

# VREME

# nauke

specijalno izdanje nedeljnika VREME za nauku i tehnologiju, avgust 2010.

## Sedamnaest

Uvo jednog lepog zadatka iz popularne matematike, koji je poznat kao problem sedamnaest kamila. Naime, trojici sinova otac je ostavio sedamnaest kamila tako da najstarijem pripadne jedna polovina, srednjem jedna trećina, a najmlađem jedna devetina ovog pustinjskog voznog parka. Kako sinovi treba da podele dragoceno nasleđstvo? Prema legendarnoj priči, sinovi nikako nisu mogli da se dogovore, budući da je sedamnaest prost broj i nije deljiv ni sa jednim drugim osim samim sobom i jedinicom, a kamoli da je deljiv i sa dva, i tri, i devet. I onda su u pomoć pozvali mudraca, koji se iz daleke oaze dogegao na staroj, mršavoj kamili, da bi očas rešio problem sa sedamnaesticom.

A ona se, sedamnaestica, inače može smatrati “najprostijim” od prostih brojeva. Osim što se javlja u nizu zgodnih teorema teorije brojeva, broj sedamnaest često smatraju i “prvim slučajnim brojem”. Naime, prema istraživanju na Tehnološkom institutu Masačusets (MIT) u SAD, u najčešćem broju slučajeva kad od nekog tražite da vam kaže prvi *random*, nasumičan prost broj koji mu padne na um, on će reći sedamnaest. Neki ugledni profesori matematike sa Stenforda i Prinstona su kao primer uvek probno dokazivali da neka tvrdnja važi za broj sedamnaest, jer će onda verovatno važiti i za sve ostale proste brojeve.

U Italiji se zbog igre sa rimskim zapisom XVII, koji u anagramu VIXI simbolizuje smrt, sedamnaest ponegde smatra nesrećnim brojem. Sedamnaest je uglavnom zbog godina života čest motiv u popularnoj kulturi, jedan časopis za devojčice nazvan je po ovom broju,

ali su po njemu nazvane i ozbiljnije stvari – glavni junak kultnog Polakovog filma *Tri Kondorova dana* zaposlen je u odeljenju CIA broj sedamnaest, a sedamnaesta Brodmanova oblast koja se nalazi u zadnjem režnju moždanog korteksa zadužena je za čulo vida.

U Japanu je broj sedamnaest važan deo kulture, budući da svaka haiku pesma mora da sadrži tačno sedamnaest slogova, takozvanih on-a. Jedan od najvećih haiku majstora Masaoka Šiki (1867–1902) tako kaže:

*Sa sto radnika*

*Iskopavaju zemlju:*

*Jedan dugi dan.*

Međutim, sa sedamnaesticom se u dugim danima možete igrati i na druge načine – ako sedamnaest puta stepenujete deset dobićete starost Univerzuma u sekundama, od Velikog praska naovamo, a ako, kao pojedini mistici, saberete kvadrate prostih brojeva do sedamnaest (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17) u zbiru ćete dobiti 666, broj zveri. Sedamnaest sati jeste zaista pakleno dug radni dan, ako nema nikakvih radničkih prava, kao što je bivalo.

A šta je za samo sedamnaest sekundi uspeo da uradi mudrac sa kamilama? Pozajmio je trojici nasleđnika svoju mršavu kamilu i kad ih je bilo osamnaest u krdu rekao je sinovima da se posluže. I najstariji je uzeo pola, devet kamila, srednji trećinu, šest, a najmlađi devetinu, dve kamile. Posle toga je još uvek ostala jedna, naravno, ona najneuglednija, mudračeva. Ponekad se, uz malo mozga, možemo dogoditi i tako da niko ne gubi.

S. B.

# Moždani karantin za strane reči i tuđice

Koliko se moždani "centri" za govor razlikuju kod onih ljudi koji istovremeno govore kineski i francuski, a koliko kod onih koji govore srpski i hrvatski? I šta još krije arhitektura mozga?



U višegodišnjoj, politikom obojenoj debati o tome da li Crnogorci, Bošnjaci, Hrvati i Srbi govore samo jednim ili više jezika, koja je poslednjih nedelja ponovo dobila medijsko ubrzanje, neke tajne bi možda mogla da odgonetne struktura mozga stanovnika Zapadnog Balkana. To bi se dalo zaključiti na osnovu toga da li ljudi u našim krajevima zaista imaju mozak sa više centara za govor ili pak samo jedan. Naime, prema rezultatima savremenih neuroloških istraživanja moždane kore, centri za različite jezike u mozgu nisu na istom mestu – kada, pored maternjeg, ovladate još jednim jezikom, u mozgu se praktično formira novi centar koji služi za njegovo razumevanje i govor.

Kako pokazuju snimci tomografskog skeniranja mozga, kod osoba koje od ranog detinjstva govore dva jezika centri za govor se nalaze u sličnoj oblasti mozga, ali kod ljudi koji su drugi ili bilo koji sledeći jezik naučili kasnije u toku života, ovi centri su jasno razdvojeni. Kada osoba koja istovremeno govori dva jezika povredi lobanju i ošteti jedan od centara, nastaviće da govori onim jezikom čiji je centar ostao neoštećen, što ne mora biti maternji jezik. No, ostaje otvoreno pitanje šta biva sa pozajmicama, strancizmima i novim rečima? Da li one u mozgu prolaze kroz nekakav karantin nego što im određeni centar izda vizu za ulazak?

Upravo zbog ovakvih paradoksa, višejezičnost se smatra jednim vrlo složenim fenomenom. Sa druge strane, kako su u strukturi mozga presudne individualne



razlike kod svakog pojedinca, nikako se ne može govoriti o “srpskom”, “hrvatskom” ili “kineskom” mozgu. Neurološka istraživanja zasad pokazuju samo da će jedan pojedinac imati razdvojene centre kod različitih jezika. No, da li će se ovi “centri” za govor više razlikovati kod osoba koje istovremeno govore kineski i francuski nego kod onih koji govore srpski i hrvatski? Bez sumnje da hoće, posebno jer nema baš nikakvih nalaza da bilo ko sa Balkana ima u mozgu više centara za govor, mada sasvim jasno razume šta se priča u takozvanoj Jugosferi.

O kakvim je tu moždanim centrima uopšte reč? Mozak je anatomski podeljen na dve hemisfere koje kontrolišu funkcije leve i desne hemisfere tela – iz dosad neobjašnjenih razloga, hemisfere i njihovi “feudi” su međusobno ukršteni. Istorijski, prema kostima lobanje, neurolozi su moždani korteks, koru velikog mozga, delili na četiri moždana režnja. Međutim, sa razvojem elektro (EEG) i magneto cefalografije (MEG), kao i drugih savremenijih metoda za skeniranje mozga poput SPECT, PET ili fMRI, pokazalo se da funkcije mozga nisu strukturalno raspodeljene po ovim režnjevima.

No, evidentno je da su i za sasvim slične aktivnosti, kao što je

slušanje muzike i govora, različite moždane funkcije razdvojene i lokalizovane u mozgu na različitim mestima. To se može primetiti i u svakodnevnom životu, bez upotrebe posebno naprednih moždanih skenera koji bi snimali električnu aktivnost raznih delova mozga.

Poznat je slučaj francuskog kompozitora Morisa Ravela, koji nakon povrede leve hemisfere mozga nije više bio u stanju da komponuje i izvodi melodije, ali je i dalje bio u stanju da ih čuje i sasvim jasno raspoznaje. To pokazuje da su centri za prepoznavanje i izvođenje muzike razdvojeni. Slučaj slavnog revolucionara Ernesta Če Gevare pokazuje da su oni sasvim odeljeni i od centara za govor. Naime, Če Gevara je

bolovao od takozvane kongenitalne amuzije, nesposobnosti da uopšte raspoznaje muziku, ali je sa druge strane, ostao poznat kao nadahnut i talentovan govornik.

Kada vam je neka reč na vrh jezika, ponekad možete da se setite njene “melodije”, ili pak kojim slovom ili slogom počinje i završava, ali ne i kako glasi cela reč. To pokazuje da se postupak formiranja reči u mozgu, kad se spremate da nešto kažete, ne odvija po sistemu “sve ili ništa”, već da se to događa u fazama koje su uzajamno nezavisne. Neurolozi i anatomici već skoro dva veka zapažaju da su za pojedine poslove zaduženi različiti delovi mozga – ta su istraživanja dominantno bila bazirana na autopsiji onih mozgova koji su tokom života imali neka-

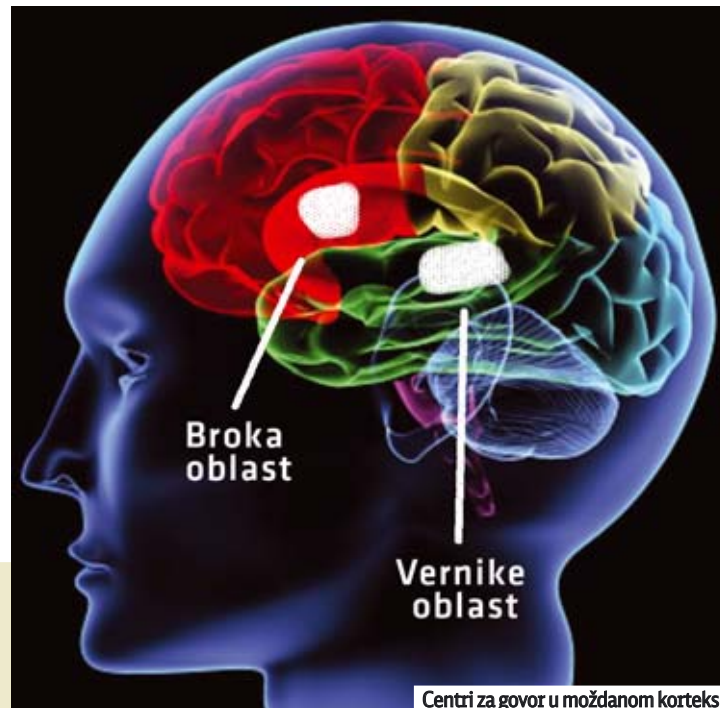
najs sofisticiranija je veština u živom svetu.

Uprkos velikom razvoju neuro nauka, posebno tokom “dekade mozga”, kako su nazivane devedeset godine, mozak je i dalje prilična nepoznanica, ali se odavno ne može govoriti da se u njemu naučnici ne snalaze. Veće moždane “ulice” su dovoljno poznate da se neurolozi sa lakoćom kreću po njima, a odnedavno je čak poznato i da urbanistički plan celog moždanog grada nije “hijerarhijski ustrojen” (Videti sledeći tekst).

Prema organizaciji ćelija, takozvanoj citoarhitekturi, mozak se delio na 52 Brodmanove oblasti za koje su još od 1909. vezivane razne neurološke funkcije. Centar za vid se tako nalazi u zadnjem režnju, u oblasti 17, dok tomografski snimci pokazuju da se prilikom govora aktiviraju oblasti 44 i 45, koje obuhvataju takozvani Broka region. Ovaj deo mozga se nalazi u levoj hemisferi pa se zato obično kaže da je leva hemisfera zadužena za govor. To je tačno za čak 97 odsto dešnjaka, kojima je leva hemisfera mozga razvijena. Međutim, kod jednog priličnog dela levorukih ljudi i centar za govor je na drugoj strani mozga, u desnoj hemisferi.

Broka oblast u levoj hemisferi dobila je ime po francuskom anatomu i antropologu Polu Broki (1824–1880), koji je, proučavajući mozgove ljudi koji su imali ozbiljne govorne mane, zapazio da u tom delu mozga imaju fizička oštećenja. Broka region je prvi otkriveni pojedinačni moždani centar. Deset godina posle njega, do sličnog otkrića je došao i nemački anatom Karl Vernike (1848–1905) koji je uočio da bolesnici sa problemima u razumevanju jezika imaju oštećen jedan drugi deo leve hemisfere mozga. Ta se oblast naziva Vernike region i povezana je sa Broka površi gustim snopom nervnih vlakana koji se naziva *arcute fasciculus*.

Savremena istraživanja su potvrdila da su moždane aktivnosti



Centri za govor u moždanom korteksu

## Mašina u lobanji

**Ljudski mozak u proseku ima masu oko 1,5 kilograma. Anatomski posmatrano, mozak je podeljen na dve hemisfere. Prema kostima lobanje, neurolozi dele moždani korteks na četiri režnja, a prema organizaciji ćelija, mozak se može podeliti na 52 Brodmanove oblasti sa centrima raznih neuroloških funkcija.**

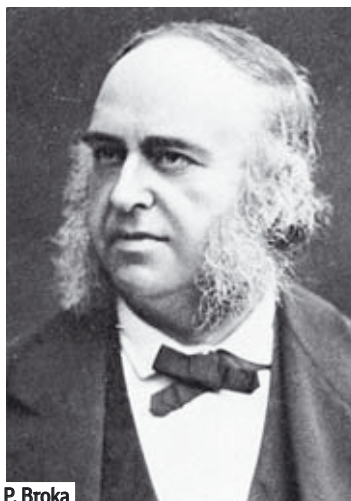
**Mozak sadrži između 50 i 100 milijardi nervnih ćelija, od kojih 10 milijardi pripada moždanom korteksu. Nervne ćelije, ili neuroni, međusobno komuniciraju kroz 1000 triliona sinaptičkih veza.**

**Zapremina mozga kod žena je prosečno oko 1130 cm<sup>3</sup>, a kod muškaraca oko 1260 cm<sup>3</sup>. Mozak odrasle žene sadrži 149.000 kilometara aksonskih vlakana, a mozak muškarca oko 176.000 kilometara.**

**Misli se kreću nešto brže od zvuka. Brzina jednog nervnog impulsa je oko 432 kilometra na sat, odnosno 120 metara u sekundi.**

kav “deficit” pa se tražilo mesto na kome je takav mozak oštećen. Međutim, oštećenja su retko tako lokalizovana da nisu oštećeni i drugi centri, pa je teško doneti zaključke samo autopsijom.

Inače, ljudski mozak je izuzetno složen organ sa oko 10 milijardi nervnih ćelija u korteksu i oko 1000 triliona sinaptičkih veza. Po mnogim viđenjima, on je potuni vrhunac par milijardi godina biološke evolucije, a njegova sposobnost da vlada govorom



PIONIRI ISTRAŽIVANJA MOZGA: K. Vernike i P. Broka

## Prozor i kamen

Prvi moždani centar za govor otkriven je još 1861. godine. Do tog odgovora došao je francuski anatom i antropolog Pjer Pol Broka (1824–1880), koji je pre tačno 150 godina počeo da ispituje jedan naročit poremećaj u govoru. Naime, kod svoja dva pacijenta sa poremećajima govora, Broka je naknadnom autopsijom otkrio oštećenje na istoj lokaciji u levoj hemisferi mozga, u čeonom režnju, negde u zoni iznad uha. Pacijent Lelong je bio u stanju da izgovori samo pet reči (“da”, “ne”, “drvo”, “uvek” i “lola”, što je predstavljalo sopstveno ime), dok je drugi pacijent, Leborn, mogao da kaže samo reč “tan”. Zbog toga je oblast oštećenja u mozgu koju je otkrio nakon smrti oba pacijenta, Broka nazvao Tan regija, ali joj je kasnije dato ime po njemu samom. Danas je, zahvaljujući tomografskim snimcima, poznato da Broka regija igra važnu ulogu u mreži centara koji se “bave” govorom u mozgu. Oštećenje ove oblasti dovodi ne samo do poremećaja izgovora, već i do teškoća u razumevanju – na primer, Broka regija obezbeđuje da se raspoznaju pasivne rečenice od aktivnih kao u primeru “Kamen je udario u prozor” i “Prozor je udaren kamenom”.

u obe ove oblasti presudne za pravilnu upotrebu govora, međutim danas je poznato da takvih centara ima znatno više. Zato se ne govori o jednom ili dva centra, već o široj mreži uzajamno povezanih oblasti mozga zaduženoj za govor, za njegovu percepciju, razumevanje, oblikovanje i pokretanje mišića pri izgovaranju. Pokazuje se da ako u ranoj mladosti dođe do oštećenja jedne hemisfere, centri iz te mreže se mogu preseliti i uspostaviti u drugoj.

Kada čovek dostigne 20 godina starosti, njegov mozak i dalje može da premosti pojedine centre, ali mnogo teže, mada obnavljanje nervnih ćelija nikada sasvim ne prestaje, kako se ranije smatralo. Međutim, smatra se da mozak odrasle žene sadrži 149.000 kilometara aksonskih vlakana, a

muškarca oko 176.000 kilometara. I gotovo je nemoguće bilo koju aktivnost sasvim lokalizovati i isključiti uticaj ostatka mreže.

Da li je sama ta mreža sa svim njenim centrima dovoljna za sve ono što čini čoveka, njegove misli, svest i osećanja? Kad je američki astrofizičar i popularizator nauke Karl Segan (1934–1996) posetio Muzej čoveka (*Musée de l'Homme*) u Parizu, u njemu je zatekao stotinak tegli u kojima su se nalazili mozgovi u formalinu koje je, u svojim istraživanjima, koristio Pol Broka. Među njima i mozak samog Broke. Segan ga je osmotrio i postavio jedno od kulturnih pitanja savremene nauke: “Koliko se od čoveka kog su znali kao Pol Broka još uvek nalazi u ovoj tegli?”

SLOBODAN BUBNJEVIĆ

# Hedonistički hot

Dvojica naučnika iz Južne Kalifornije uspela su da na tačno određena mesta u moždanom tkivu pacova ubace molekule “pratioce” signala koji putuju kroz mozak. Ovi molekuli mogu se videti i osvetliti korišćenjem skenera, pa su naučnici zahvaljujući njihovom praćenju dokazali da organizacija mozga nije hijerarhijska, kako se to već vekovima misli. Njihov dokaz mogao bi biti osnova za konačan nacrt “moždanih puteva”, kao i za brojna otkrića koja bi dala nov zamah razvoju neurologije i drugih nauka

Iako je još od XIX veka u neurologiji uglavnom prihvaćeno da je mozak ustrojen hijerarhijski, nova istraživanja pokazala su da je ovaj organ zapravo “umrežen” na veoma sličan način kao internet. Istraživanje koje je objavljeno u “Proceedings of the National Academy of Sciences journal” a obavljeno na pacovima, pokazalo je zahvaljujući novim tehnikama praćenja putovanja signala veze između delova mozga povezanih sa različitim osećanjima i stanjima kao što je ljutnja ili užitak.

Dva naučnika sa Univerziteta Južne Kalifornije u Los Anđelesu, Leri Svanson i Ričard Tomson, uspeli su da pronađu delove mozga koji su kod pacova povezani sa nagradom i sa zadovoljstvom. “Mozak se obično opisuje kao hijerarhijski organizovan, iako je bio predlagan i alternativni model.



Kako bismo napravili razliku između ove dve fundamentalno različite strukturalno-funkcionalne hipoteze, razvili smo eksperimentalnu strategiju kružnog praćenja koja može biti primenjena na bilo koju polazišnu tačku nervnog sistema i onda sistematski proširena i primenjena na prethodno nepoznat dorzomedijalni deo *nucleus accumbens* funkcionalno identifikovan kao ‘hedonistički hot

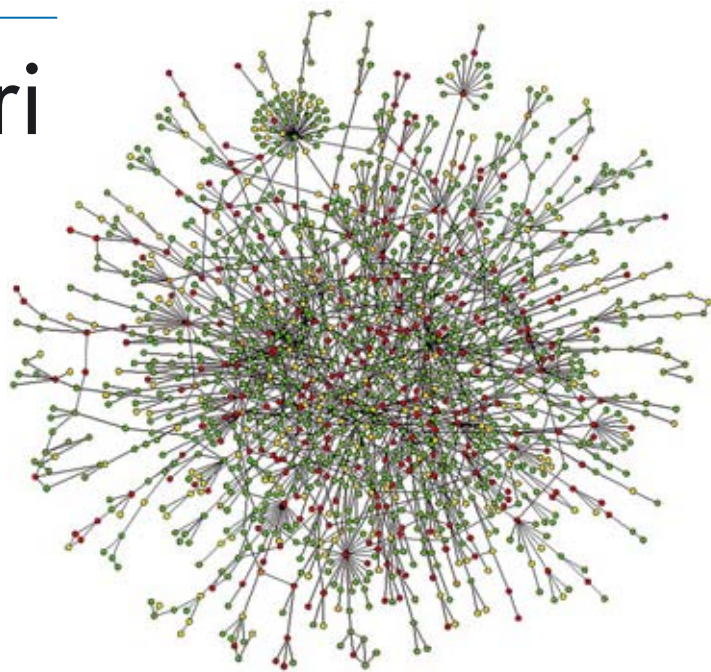


# spot i drugi serveri

spot”, objasnili su u Svanson i Tomson u prikazu svog rada. Oni su otkrili da su regioni “zaduženi” za apetit, stres i depresiju, zapravo povezani uzdužnim kružnim serijama sinaptičkih veza. Njihov rezultat istraživanja zato nikako ne može da se poveže sa hijerarhijskom organizacijom nervnog sistema koja je bila prihvaćeniji model. Oni su utvrdili da su te veze poput mreže, nalik internetu.

A kao što se može opisati način na koji je jedan računar iz Srbije na primer povezan sa sajtom Univerziteta u Južnoj Kaliforniji, tako se, utvrdili su Svanson i Tomson, može napraviti i mapa mozga. Internet je mreža mreža, svaki kompjuter koji je povezan na internet je njen deo. On je možda povezan na malu kućnu i kancelarijsku mrežu koja je dalje povezana sa lokalnim internet provajderom koji, opet, pripada većoj mreži. Isto pravilo važi i za mozak.

Ali, kako su pratili signal koji putuje po mozgu? Dvojica naučnika su uspela da na tačno određena mesta u moždanom tkivu ubace molekule “pratiocce” koji ne utiču na kretanje signala kroz tkivo, ali se mogu videti i osvetliti korišćenjem konfokalnog skenirajućeg laserskog mikroskopa. Oni su ubrizgavali dva takva “pratioca” na isto mesto – jedan je pokazivao kuda signal ide, a drugi odakle je došao. Tako su uvideli način



MREŽA BEZ HIJERARHIJE: Internet - mozak

## Mozak – od parne mašine do interneta

Tokom poslednjih vekova, kako su se smenjivale faze tehnološke revolucije, mozak je kontinuirano, sa manje ili više uspeha, upoređivan upravo sa onim mašinama koje su obeležavale tekuću društvenu i naučnu paradigmu – tako je bio poređen sa termodinamičkim mašinama, električnim uređajima, analognim instrumentima i superračunarima, da bi u naše doba, logično, bio zamišljen kao internet.

organizacije moždanih veza i dokazali da se signal ne kreće od jednog centra direktno ka regionima, već da postoje veze među samim regionima za koje se nije znalo da međusobno “komuniciraju”.

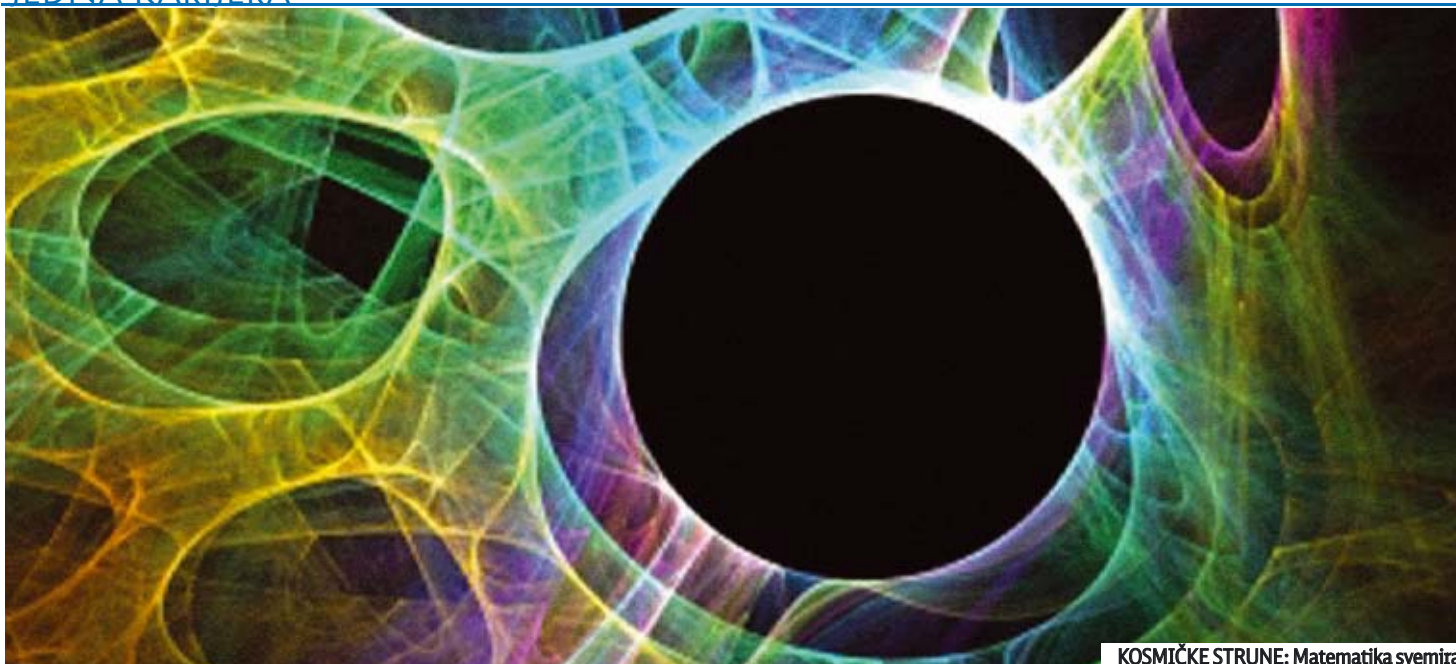
Naučnici inače dugi niz godina pokušavaju da naprave nekakvu mapu ili jedinstvenu sliku mozga, a u tu svrhu napravili su veliku bazu u koju su ubacivali hiljade slika skeniranih mozгова. Cilj njihovih istraživanja bio je usmeren na Alchajmera i druga teška oboljenja. Naučnici su još odavno shvatili kako izgleda mozak oboljelih od Alchajmera, ali su pokušavali da utvrde kako izgleda mozak

osobe pre nego što oboli od te bolesti, što bi im moglo pomoći u prevenciji.

Pomenuto istraživanje obuhvatilo je samo jedan mali deo mozga koji je povezan sa stresom, apetitom i depresijom, ali su uspeli da dokažu potpuno drugačiji način organizacije koji bi mogao da utiče na buduća istraživanja o načinu obrade informacija. Osim toga, očekuje se da bi na sličan način mogli da se istraže i drugi delovi mozga i da se u jednom trenutku konačno sklopi slika čitave “moždane mreže” koja opisuje put kretanja signala među delovima.

M. VIDIĆ





KOSMIČKE STRUNE: Matematika svemira

## U kritičnoj tački

Mihailo Čubrović (25), prema mišljenju brojnih naših naučnika, jedan je od najtalentovanijih fizičara mlađe generacije koji je učio školu u Srbiji. O tome svedoče i brojne nagrade koje je počeo da osvaja od 17. godine, od Međunarodne astronomske olimpijade, pa sve do poslednje koju je za istraživački rad dobio od Univerziteta u Lajdenu prošle godine.

Da li su dosadašnja istraživanja ispunila njegova očekivanja?

“Svakako da su se pokazala kao veoma zahvalna tema, sa puno zanimljivih pitanja i problema koji su dovoljno teški da budu vredni truda i netrivialni, a ipak pristupačni. Ne znam ni sam kako bih ukratko formulisao svoja očekivanja od nauke, pa ne znam ni da li su zadovoljena. Ono što znam je da mi rad na ovom projektu pruža

zadovoljstvo i daje priliku za učenje i razumevanje novih principa, a to je najvažnije.”

Čubrović je već godinu dana na doktorskim studijama na Univerzitetu u Lajdenu, Holandija. Iz Srbije je otišao februara 2009, po završetku Fizičkog fakulteta. “Negde godinu-dve pre odlaska shvatio sam da ću se baviti problemima kvantne kritičnosti, i počeo sam da se upoznajem sa literaturom iz te oblasti. Tako sam uočio Zanenovu grupu i rešio da kod njega konkuriram za postdiplomske studije”, kaže Čubrović. On dodaje da je teško da odgovori na pitanje šta je presudno doprinelo njegovoj karijeri, pogotovo jer je tek na njenom početku. “Potrebna je vremenska distanca da se uoči šta je pozitivno uticalo, a šta su bile stranputice. Trenutno mi se čini da

## Predstavljamo naše naučnike u svetu



**IME I PREZIME:** Mihailo Čubrović

**OBRAZOVANJE:** Od 2009. je na doktorskim studijama u Holandiji, na Institutu Univerziteta “Lorenc” u Lajdenu, na odeljku za teorijsku fiziku. Radi kao student-postdiplomac u grupi profesora Jana Zanena, a saraduje i sa profesorom Kunradom Šalmom, sa istog instituta. Od 2004. do 2008. studirao je fiziku na Beogradskom univerzitetu, na odeljenju za teoretsku i eksperimentalnu fiziku, a prethodno je završio Matematičku gimnaziju, takođe u Beogradu.

**JEZICI:** Osim maternjeg srpskog, govori i engleski, nemački i ruski jezik.

**RADOVI:** Objavio je ukupno devet radova, među kojima su i *String theory, quantum phase transitions and the emergent Fermi liquid* objavljen prošle godine u “Scienceu”, i *Topological ordering and phase transitions in multicomponent vortex lattices*, koji je prihvaćen za objavljivanje u “Physical Review Lettersu”, jednom od najprestižnijih naučnih časopisa za fiziku.



je presudan korak bilo upoznavanje sa metodima teorije struna i holografije, tokom ovih godinu i po dana u Lajdenu. Ta tačka gledišta odista daje nov pogled na mnoge oblasti fizike.”

Osim toga, dodaje Čubrović, šire gledano, presudan uticaj imala je Istraživačka stanica Petnica. U Petnici je 1997. godine učestvovao na seminaru astronomije, i to je, kako kaže, bio njegov prvi kontakt sa naukom, koji mu je mnogo značio.

U njegovoj radnoj biografiji stoji spisak od devet publikacija, a među poslednjima je prošlogodišnja iz časopisa “Science”, kao i dva koja su u pripremi za objavljivanje u JHEP-u (“Journal of High Energy Physics”) i u “Physical Review Lettersu”, jednom od najprestižnijih naučnih časopisa za fiziku.

Čubrović navodi da mu je teško da odgovori na pitanje koji rad je po njemu najznačajniji. “Do sada mi se najvažnijim od svega na čemu sam radio čini ovogodišnje i prošlogodišnje istraživanje jako koreliranih elektrona i njihovih kritičnih tačaka. Pokazuje se da veoma komplikovane interakcije u ovim sistemima na kraju dovode do vrlo jednostavnog ponašanja. Čini mi se da smo, ovde u lajdenskoj grupi, na pravom putu da za to jednostavno ponašanje pronađemo adekvatan opis, najjednostavniji mogući, ali ne jednostavniji od toga.”

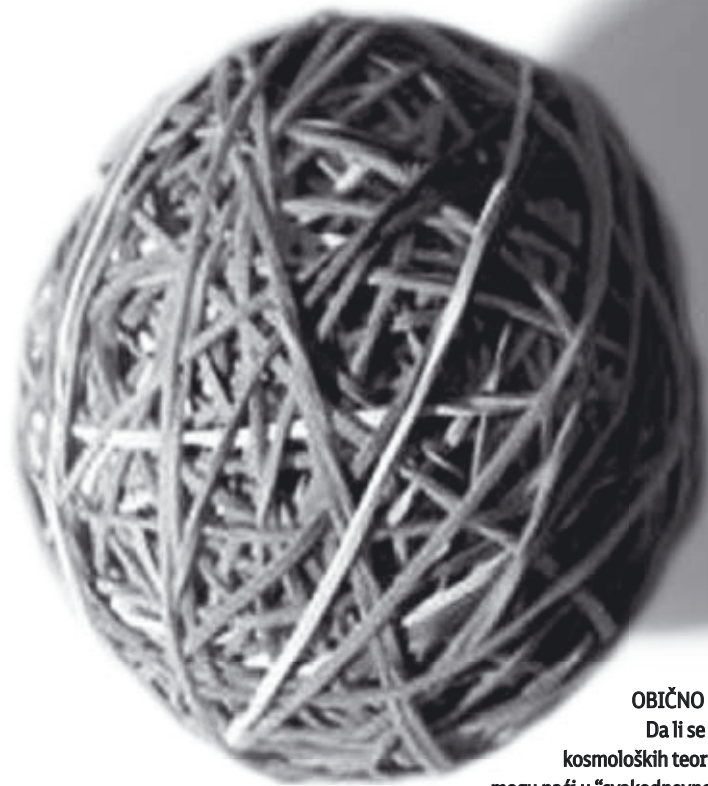
Smatra da do sada nije imao ideje koje bi bile tako originalne da bi bilo teško promovisati ih. “Relativno je lako objaviti i promovisati svoje rezultate, ali odziv naučne zajednice ponekad nije kao što čovek želi. No, kao što rekoh, to postaje očigledno tek kod zaista probojnih i novatorskih ideja. U mom dosadašnjem iskustvu, najveći problem na koji sam naišao jeste izvesna blaga rezervisanost jednog



## Lajdenski izazov

Univerzitet u Lajdenu je jedno od kulturnih mesta u istoriji moderne nauke. Kao prvi institut za teorijsku fiziku u Holandiji, 1921. osnovao ga je Hendrik Lorenc, a u njemu su u okviru “eksplozije fizike” u Lajdenu radila čak četiri Nobelovca – pored Lorenca, tu su bili i Piter Zeman, Kamerling Onnes i Van der Vals. Laboratorija Kamerling Onesa je ostala zapamćena kao “najhladnije mesto na svetu”, budući da je ovde prvi put helijum ohlađen do temperature na kojoj prelazi u tečnost, nakon čega je otkrivena pojava superprovodnosti. I danas je Lajdenska grupa jedna od vodećih u svetu. Kako na svojoj veb-stranici poručuje profesor Jan Zanen, mentor Mihaila Čubrovića, oni se bave ne samo temama koje su od presudnog značaja, već i onima koje predstavljaju “noćnu moru za modernu fiziku”, kao što je problem “negativnog znaka” u teoriji fermiona. Drugi značajan problem kojim se bave u Lajdenu jeste pitanje da li se čudnovate, ljudskom umu jedva shvatljive geometrijske strukture kakvima barataju fizičari u opštoj teoriji relativnosti i teoriji struna, mogu javiti i na nekim drugim, prizemnijim skalama od kosmoloških. Takvo otkriće bi značilo da nas okružuju svakojaki čudni, vrlo uvrnuti objekti, ali i da smo na putu rešenja za neke od najvećih zagonetki strukture materije. U tom duhu je i rad String Theory, Quantum Phase Transitions and the Emergent Fermi-Liquid, objavljen prošle godine, na kome je Čubrović, uprkos mladosti, bio prvi potpisnik, a koji pokazuje da se matematika prilično nastrane teorije struna može primeniti da opiše neke fenomene iz, uslovno govoreći, svakodnevnne fizike čvrstog stanja.

S. B.



**OBIČNO KLUPKO:**  
Da li se objekti iz kosmoloških teorija struna mogu naći u “svakodnevnom” svetu

dela fizičara, uglavnom iz oblasti kondenzovanog stanja, koji su skeptični prema metodama fizike visokih energija i struna zbog njihove relativno apstraktne prirode. Ne čini mi se, međutim, da je to velika prepreka; normalno je da novi metodi, u kakve ovaj spada, ne budu odmah široko prihvaćeni”, objašnjava Čubrović.

Za razliku od brojnih sagovornika “Vremena nauke”, mladih naučnika o kojima smo pisali u ovoj rubrici, Čubrović planira da u

budućnosti menja oblast istraživanja kojima će se baviti. On smatra da u nauci, kao i u životu, nije pametno nikada se ne menjati. Do kraja postdiplomskih studija nastavlja pravcem kojim sada idem, jer je, kaže, oko četiri godine i potrebno da se njegovo istraživanje zaokruži. “A dalji rad će zavisi od onoga što ispliva tokom ove preostale dve i po godine. Verujem da će to značiti i odlazak u neke druge oblasti.”

Aktuelni rad Čubrović ne bi mogao da realizuje ni na jednom drugom mestu van Univerziteta u Lajdenu, ali navodi da kao teoretičar ne zavisi od skupe i savremene opreme, koje u Srbiji nema mnogo. Zato bi u principu takvo istraživanje bilo moguće raditi i u Srbiji. On dodaje da vredi provesti određeno vreme na institutima koji su više u žiži naučne javnosti, gde je i protok ljudi i ideja veći. No, nastavio je saradnju sa naučnicima iz Srbije – sa profesorom Milanom Petrovićem kod koga je i diplomirao i sa Grupom za nelinearnu optiku na Institutu za fiziku u Beogradu.

MARIJA VIDIĆ

# Letite na idejama

Evropski proizvođač aviona Erbas (Airbus) na nedavno održanom sajmu vazduhoplovstva u Farborou objavio je konkurs "Letite na idejama" (Fly Your Ideas – FYI) koji studente širom sveta poziva da razviju nove ideje koje će uticati na ekološku budućnost avio-industrije. Na nadmetanje su pozvani studenti svih uzrasta, nacionalnosti, pola ili struke, od kojih se očekuju predlozi rešenja u svim aspektima "ekološkog životnog ciklusa", što Erbas ističe kao svoj "inovativni pristup poboljšanju ekoloških rešenja na avionima i u proizvodnom procesu" i sastoji se od pet stadijuma: dizajna, lanca snabdevanja, proizvodnje, eksploatacije aviona i njegovog povlačenja iz upotrebe.

Ovo bijenalno takmičenje sastoji se od tri kruga, u kojima žiri sačinjen od Erbasovih i drugih stručnjaka iz vazduhoplovne industrije bira najbolje ideje za poboljšanje ekološke efikasnosti – odnosno smanjenje ekološke štetnosti aviona.

Finala će se održati na leto 2011. godine, na salonu avijacije "Le Bourget" pored Pariza. Pobjednici



AIRBUS A.S. 2006 - photo by em company / H. GRUISE

takmičenja podeliće prvu nagradu od 30.000 evra, dok osvajačima drugog mesta sledi 15.000 evra.

U evropskom konzorcijumu ističu da je FYI takmičenje osmišljeno kako bi podstaklo razvoj ideja koje će doprineti većoj povezanosti, kao i održivom razvoju u svetu. "Ono takođe pruža priliku Erbasu, studentima i istraživačkim timovima da pronađu mogućnosti za ulaganja u istraživanje i tehnologiju koja bi omogućila bolju zaštitu životne sredine, uprkos povećanju obima avio-saobraćaja", rekao je na otvaranju FYI takmičenja izvršni potpredsednik za inženjerstvo Erbasa i pokrovitelj takmičenja Šarl Šampion.

Ovogodišnji FYI održava se nakon uspeha prvobitnog takmičenja od pre dve godine na kome je pobedio tim iz Australije sa projektom koji se zasniva na upotrebi prirodnog kompozitnog vlakna proizvedenog od biljke ricinusa, u kabini aviona.

Da bi se prijavili za FYI 2011, studenti moraju registrovati ekipu od tri do pet članova na internet stranicama takmičenja [www.airbus-fyi.com](http://www.airbus-fyi.com) do 30. novembra, a predloge dostaviti do 10. decembra.

IGOR SALINGER

## Za žene u nauci

Rok za prijavu na konkurs nacionalnih stipendija za mlade naučnice "Za žene u nauci" produžen je, i trajaće do 1. oktobra 2010. Stipendije će biti dodeljene naučnicama na doktorskim i postdoktorskim studijama koje se bave naučno-istraživačkim radom u oblasti prirodnih nauka.

Konkurs je objavljen potpisivanjem Protokola o saradnji između L'Oréal Balkan, Ministarstva za nauku i Komisije Republike Srbije za saradnju sa Uneskom.

Naučnice koje imaju manje od 35 godina mogu da konkuriraju za jednu od dve stipendije u iznosu od 5000 evra koje će biti dodeljene do kraja godine.

# Šta smo saznali između 16 i 17?

## DNK U ČERNOBILJU



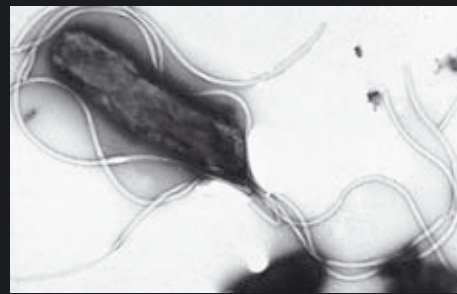
Četvrt veka nakon nesreće u nuklearnoj elektrani Černobilj u Ukrajini, postalo je moguće ustanoviti koje žive vrste dugoročno mogu, a koje ne mogu da podnesu stanje povišene radijacije koje vlada u zabranjenoj zoni oko mesta katastrofe. Naime, američki istraživač Tim Mousseau sa univerziteta Južna Karolina i Endru Moler iz nacionalnog centra za naučna istraživanja u Parizu u Francuskoj ustanovili su, nakon desetogodišnjeg istraživanja, da tajna ranjivosti leži u DNK date vrste, zbog čega neke životinje dobro podnose uslove u Černobilju, a neke su već izumrle.

## VANZEMALJCI ROBOTI



"Možda pogrešno tražimo", upozorio je prošle nedelje jedan od astronoma iz projekta potrage za vanzemaljskim životom SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), u okviru koga se radio-teleskopima snima nebo. Kako je rekao astronom Set Šostak, razvoj radio-tehnologije i veštačke inteligencije mogao bi u nekoj vanzemaljskoj civilizaciji biti vrlo blizak u vremenu, u odnosu na milionske intervale u godinama koji su potrebni da se razvije živi organizam. Zato bi možda trebalo tražiti ne samo inteligentne signale koje emituje biološka nego i neka moguća robotska civilizacija.

## SVEMIRSKA IZDRŽLJIVOST



Sasvim obične bakterije preživljavaju i u svemiru. Vest verovatno neće obradovati sve one koji su podložni bakterijskim infekcijama, ali se prema poslednjem britanskom istraživanju Open univerziteta pokazalo da bakterije koje se mogu naći na britanskoj obali kod Devona mogu da prežive u otvorenom svemiru. Ova živa bića su postavljena na spoljašnje zidove Međunarodne svemirske stanice i kako se ispostavilo – ostala su živa nakon punih godinu i po dana.



# VREME

Copyright © NP Vreme, Beograd

Upotreba materijala iz ovog fajla u bilo koje svrhe osim za  
ličnu arhivu dozvoljena je samo uz pisano odobrenje NP Vreme

PDF IZDANJE RAZVILI: Saša Marković i Ivan Hrašovec

OBRADA: Marjana Hrašovec